

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

ÖSSZETETT NANOSZERKEZETEK KÉSZÍTÉSE,  
JELLEMZÉSE ÉS NÉHÁNY FELHASZNÁLÁSI  
LEHETŐSÉGE

KÓNYA ZOLTÁN

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM  
SZEGED, 2009



## 1. Előzmények és célkitűzések

Az emberiség történelmét, illetve az ezzel párhuzamosan játszódó technológiai fejlődést az eszközkészítéshez felhasznált anyagok alapján bonthatjuk korszakokra. A kőkorszaktól a réz-, bronz-, vaskorszakon keresztül mára a modern anyagtudományként emlegetett multidiszciplináris kutatási tevékenység megjelenésével megkockáztathatjuk azt a kijelentést, hogy a mikro- és nanoszerkezetű anyagok korszakában élünk.

A nanotechnológia a modern anyagtudományon belül egy robbanásszerűen fejlődő új tudományterület, amely a szabad szemmel nem látható, jellemzően 100 nanométernél kisebb szerkezetek előállításával, jellemzésével, illetve az ilyen anyagok felhasználásán alapuló új technológiák kidolgozásával foglalkozik.

A nanotechnológia térhódítását és szinte az összes klasszikus tudományterületbe való begyűrűzését azonban nem csupán a kutatói kíváncsiság motiválja. A manapság időszerű és jogos társadalmi igény, az élhető egészséges emberi környezet és az ugyancsak elvárt komfortérzet kialakítása elképzelhetetlen új, a régieket helyettesítő vagy kiegészítő technológiák bevezetése nélkül. Egy már létező, széleskörűen használatos technológia határfokának növelése, vagy a régieket leváltó merőben új technológiák bevezetése jó befektetésnek ígérkezik, ezért a nanotechnológia a pénzügyi világ számára egyben a lehetőségek területe is.

Manapság a tudományos műhelyekben a hangsúly az alapkutatásról egyre inkább az alkalmazott kutatás irányába tolódik. Nyilvánvaló, hogy a közeljövőben számos, szabadalmakban és más oltalmi formákban védett új fejlesztés lát majd napvilágot például az orvostudomány (diagnosztika, gyógyszer technológia, új generációs bionanokompozitok, stb.), a számítástechnika, és a környezettudomány (új technológiák, nanoérzékelők, stb.) területén. Mindezek az alkalmazások azonban csak akkor jöhetnek létre, ha a nanoszerkezetű anyagokat megfelelő szelektivitással és versenyképes áron tudjuk majd előállítani.

Munkánk során a nanoszerkezetű anyagok körében az egydimenziós (nanocsövek, nanoszálak) és az ún. inverz egydimenziós, nanopórusokat tartalmazó objektumokkal (MCM-41, SBA-15) foglalkoztunk részletesebben. Tanulmányoztuk előállítási lehetőségeiket, igyekeztünk teljes körűen jellemezni ezeket az anyagokat, kutattuk felhasználási lehetőségeiket egyrészt kompozitanyagok, másrészt kiemelkedő aktivitású és szelektivitású katalitikusan aktív anyagok készítésében. Sok esetben célt értünk, sikerült olyan kompozitanyagokat előállítanunk, amelyek sok tulajdonsága jobb volt, mint az összetevőké, és találtunk olyan módszereket is, amelyek segítségével nagy hatékonyságú katalizátorok kifejlesztése is lehetséges volt.

## 2. Kísérleti rész

A szén nanocsövek előállításához az irodalomból jól ismert CCVD (catalytic chemical vapor deposition) módszert alkalmaztuk. A reakciót egy fűthető kemencébe helyezhető, horizontális elhelyezkedésű kvarcreaktorban hajtottuk végre, szénforrásként acetilént, etilént és más illékony szénvegyületeket használtunk, katalizátorként pedig különböző hordozókra felvitt Co, Fe, Ni, V, Mo, illetve ezek kombinációi szolgáltak. A reakciókban kapott termékek tisztításához tömény sósavat és NaOH-oldatot használtunk. A képződött nanocsövek minőségét és mennyiségét transzmissziós elektronmikroszkóppal (TEM) vizsgáltuk, meghatároztuk a nanocsövek átlagos külső, illetve belső átmérőjét, valamint a csöveket alkotó falak számát.

A mechanikai módosításhoz a nanocsöveket vibrációs golyósmalomban őrlöttük 100 órán keresztül, majd a végterméket transzmissziós elektronmikroszkópos analízisnek vetettük alá.

A szén nanocsövek mechanokémiai funkcionálizálása során szintén vibrációs golyósmalmot használtunk, de a reakciókat reaktív gázok jelenlétében végeztük el ( $\text{Cl}_2$ , CO,  $\text{CH}_3\text{SH}$ ,  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ). A minták jellemzéséhez röntgen fotoelektron spektroszkópiás (XPS), elektronmikroszkópiás és pásztázó szondamikroszkópiás vizsgálatokat végeztünk, illetve mértük a módosított nanocsövek fajlagos felületét és meghatároztuk azok porúsméret-eloszlását.

A nanocsövek kémiai funkcionálizálásához aminocsoport-tartalmú reagenseket használtunk fel, és ezek felülethez való kötődését infravörös spektroszkópiával (IR) követtük nyomon. Többlépéses funkcionálizálással (oxidálás, reakció szulfinil-dikloriddal, majd reakció aminocsoport-tartalmú reagensekkel) elágazásokat hoztunk létre a nanocsövek között, mely elágazásokat pásztázó alagútmikroszkóppal (STM), illetve TEM-mel analizáltuk.

A szén nanocsövek egyik elterjedt felhasználási területe a polimerek erősítő anyagaként való alkalmazásuk, melyet rendkívül előnyös fizikai tulajdonságaiknak köszönhetnek. Munkánk során különböző polimer/nanocső kompozitokat állítottunk elő, és vizsgáltuk a minták elektromos- és hővezetőképességét, valamint mechanikai tulajdonságaikat.

Katalizátorhordozóként alkalmaztuk a szén nanocsöveket, amikor Pt/nanocső katalizátorokat állítottunk elő, és ezek aktivitását vizsgáltuk *in situ* gázkromatográfiás módszerrel (GC). A kapott eredményeket összehasonlítottuk aktív szén-, illetve grafithordozós platinatartalmú katalizátorokon, ugyanolyan reakciókörülmények között nyert adatokkal.

Részletesen vizsgáltuk a titanát nanocsövek kialakulását befolyásoló szintéziskörülményeket. Tanulmányoztuk a szintézisidőnek, szintézishőmérsékletnek, az alkalmazott NaOH-oldat koncentrációjának és a prekursor anyagi minőségének a nanocső kialakulására gyakorolt hatását. A titanát nanocsövek jellemzését XRD és Raman spektroszkópiai vizsgálatok segítségével végeztük el.

Szulfid nanorészecskéket hoztunk létre titanát nanocsöveken. A kiindulásként használt  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ -, és  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ -oldatokhoz 25 %-os  $\text{NH}_3$ -oldatot adagoltunk, majd az oldatokhoz nanocsöveket adtunk, és a keveréket ultrahangos kezelésnek vetettük alá. A szűrés, tisztítás és szárítás után nyert minták lettek a cinkkel, illetve kadmiummal adalékolt nanocsövek. Ezek vizes diszperzióján  $\text{H}_2\text{S}$ -gázt átbuborékolgatva  $\text{ZnS}$ , ill.  $\text{CdS}$  részecskék alakultak ki a csövek felületén. Vizsgáltuk a szulfid nanorészecskék és a titanát csövek között létrejött kölcsönhatást.

Előállítottunk szilikát nanocsöveket úgy, hogy szén nanocsöveket szilikáttal borítottunk be, majd a szén nanocsöveket eltávolítottuk. Tanulmányoztuk az így kapott nanocsövek képződésének paramétereit is.

Elsőként vizsgáltuk meg a hidrotermális úton előállított titanát nanoszerkezetek polimer erősítő hatását. Kísérleteket végeztünk titanát/poliuretán, titanát/polisztirol és titanát/HDPE nanokompozitokkal. Elvégeztük a kapott kompozitok szakítószilárdsági vizsgálatait is.

Modellkatalizátorokat készítettünk úgy, hogy előre elkészített, határozott morfológiával rendelkező (például köbös, tetraéderez) fém nanorészecskéket vittünk be ultrahangos kezelés segítségével mezopórusos MCM-41, MCM-48 és SBA-15 szilikátok csatornarendszerébe. Különböző fizikai-kémiai módszerekkel – TEM, XRD, TG-MS, nitrogénadszorpció – jellemeztük a modellkatalizátorokat.

### 3. Új tudományos eredmények

Az értekezésben leírtakhoz vezető kísérleti munka során az egydimenziós és inverz egydimenziós nanoobjektumokkal foglalkoztam részletesebben. Bemutattam szén-, szilika-, vanádium-oxid- és titán-oxid-alapú egydimenziós szerkezetek előállítását, jellemeztem a kapott szerkezeteket, majd különböző felhasználási lehetőségeikről is beszámoltam (polimerek elektromos, hővezetési és mechanikai tulajdonságának változtatása és katalízis).

A legfontosabb eredményeket az alábbiakban foglalom össze.

#### 3.1. Egy- és többfalú nanocsövek

Egy- és többfalú nanocsövek előállításakor azt tapasztaltuk, hogy az általános hiedelemmel ellentétben nem csak Co-alapú hordozós katalizátorok aktívak ebben a reakcióban, hanem a Ni-, Fe- és V-tartalmúak is. Különlegesen nagy aktivitással rendelkeznek a Fe,Co/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- és Ni,V/ZSM-5-katalizátorok. Kísérleti eredményeink szerint a nagy aktivitásért a nanocsőszintézis körülményei között létrejött Fe-Co ötvözet a felelős Fe,Co/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-katalizátor esetén, míg a Ni,V/ZSM-5-katalizátoron tapasztalt nagy aktivitás fémes vanádium keletkezésének és a nikkel felületi profilt megváltoztató hatásának (amely elősegíti a VO<sub>x</sub> részecskék beépülését a zeolitrácsba) köszönhető.

##### 3.1.1. Egyfalú szén nanocsövek

Kidolgoztunk egy mechanizmust az egyfalú szén nanocsövek keletkezésére, melynek újdonsága abban rejlik, hogy feltételeztük egy, az exoterm reakció miatt a nanorészecske felületén kialakuló vékony fém folyadékfilm létrejöttét. Úgy gondoljuk, hogy elméletünk összekötő kapocs lehet a régi, Baker-féle elmélet és az újabb, szénkiválásos elméletek között.

##### 3.1.2. Többfalú szén nanocsövek

- i. Bizonyítottuk, hogy az általunk vizsgált mezopórusos szilikátok közül mind az MCM-41 hexagonális csatornarendszere, mind pedig az MCM-48 köbösen rendezett pórusai alkalmasak arra, hogy a bennük lévő templátmolekulákból, illetve az oda bejuttatott szénforrásból (divinil-benzol) szén nanocsöveket állítsunk elő megfelelően magas hőmérsékleten, átmenetifém centrumok jelenléte nélkül. Ezzel szemben az SBA-15 nem volt alkalmas szén nanocsövek szintézisére. Ezt a kísérleti eredményt a templát magas oxigéntartalmával és az SBA-15 nagyobb pórusméretével, valamint a mikropórusok jelenlétével magyaráztuk.
- ii. Szén nanocsövek képződésének izomorf szubsztitúcióval előállított Al-ot és Ti-t tartalmazó mezopórusos szilikátokban elvégzett vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a Si- és Ti-MCM-41 esetében szén nanocsövek nagyobb mennyiségben képződtek, és a képződött nanocsövek jobb minőségűek voltak, mint az Al-MCM-41 mezopórusos szilikátok templátjának grafitizálásával előállított nanocsövek. IR vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a Si- és Ti-MCM-41 minták kevesebb és gyengébb Lewis-savcentrumot tartalmaznak, mint az Al-tartalmú minták, így arra a következtetésre jutottunk, hogy a sok és erősebb savcentrum visszafogja a szén nanocsövek templátból történő képződését.
- iii. TG-MS vizsgálatok segítségével megállapítottuk, hogy a Si-SBA-15 csatornarendszerében a templátban kötött oxigén mennyisége nagyobb (30 tömeg%), mint az MCM-48 templátjának oxigéntartalma, ami a pórusokban lejátszódó reakciót alapjaiban változtatja meg: a nagy oxigéntartalmú SBA-15-ben inkább égés játszódik le, az MCM-41-ben inkább robbanás (az jól ismert, hogy a „nanodetonációk” alkalmasak nanoszerkezetek előállítására); az SBA-15 pórusainak átmérője nagyobb az

- MCM-41 és MCM-48 átlagos pórusátmérőjénél, ami csökkenti a „nanorobbanások” hatásfokát.
- iv. Különböző szén nanocsövet tartalmazó NaA(LTA)-, NaX(FAU)-, ZSM-5(MFI) és MCM-41-alapú nanokompozitokból eltávolítva a templátként használt szén nanocsöveket megállapítottuk, hogy a zeolitok mikropórusai mellett 3-13 nm átmérőjű mezopórusok jönnek létre.
  - v. A nanocsövek kémiai funkcionálásakor egy reakciósor végrehajtásával -C(O)NHC<sub>3</sub>H<sub>6</sub>NH<sub>2</sub> csoportokat építettünk ki a nanocsövek felületén és bizonyítottuk, hogy az aminocsoport-tartalmú kapcsoló reagens (melamin, propán-1,3-diamin, módosított oligonukleotidok) aminocsoportjainak számától függően kettes, illetve hármas elágazásokat lehet kialakítani, amelyeken keresztül a nanocsövek kémiai kötésekkel kapcsolhatók egymáshoz.
  - vi. Módosított golyósmalomban – a törés alatt (a törés optimális ideje, méréseink szerint, 100 óra, melynek következtében a nanocsövek hossza 200–300 nm-re csökkent) különböző reaktív gázokat (Cl<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>SH, COCl<sub>2</sub>) vezetve át a rendszeren – elvégeztük a tisztított többfalú szén nanocsövek mechanokémiai funkcionálását. Megmutattuk azt is, hogy a nanocsövek felületén a funkciócsoportok nem elszórtan, hanem „szigeteket” alkotva helyezkednek el.
  - vii. Javasoltunk egy mechanizmust a szén nanocsövek törésére, melyben két alapvetően különböző lehetőséget vázoltunk fel:
    1. Bár a CCVD módszerrel előállított többfalú szén nanocsövek megfelelően grafitizáltak, mégis nagy mennyiségben tartalmaznak hibahelyeket, ahol a szerkezet jóval gyengébb. Ha ezeken a hibahelyeken alkalmazunk erőhatást, a csövek egyszerűen eltörnek, és szimmetrikus vagy csak kissé aszimmetrikus, nyitott csővégeket kapunk, mely csővégek további erőhatás esetén bezáródhatnak.
    2. Ha az erőhatás a nanocső egy jól grafitizált pontján történik, akkor a nanocső meghajlik, majd komolyabb erő hatására begyűrődik, ún. hurok alakul ki, és a szerkezetben a feszültség a hurok közepén koncentrálódik. Mivel ez a szerkezeti feszültség jelentősen gyengíti az anyagot, a nanocsövek eltörnek, ami aszimmetrikus, ellaposodott csővégeket eredményez.
  - viii. A különböző szén nanocső-tartalmú HDPE- és PP-mátrixú polimerek mechanikai tulajdonságait vizsgálva megmutattuk, hogy az erősítő hatás mértéke jelentősen függ a polimerhátrixtól – ezt a HDPE polimernél sokkal jelentősebbnek találtuk, mint a PP polimer esetén. A kapott nanokompozitok elektromos tulajdonságait vizsgálva kimutattuk, hogy a nanocsőtartalom növelésével specifikus ellenállásuk csökkent, azaz a minták egyre inkább vezetővé váltak. A hővezetési tulajdonságokat vizsgálva azt találtuk, hogy a CNT/PP esetén – hasonló CNT tartalom mellett – a hővezetési együtthatók jóval alacsonyabb értékeket mutattak, mint a CNT/HDPE nanokompozitok esetén, miközben a hődiffúziós együtthatók megegyeztek.

### 3.2. Szervetlen nanoszerkezetek

- i. Szilikát nanocsöveket állítottunk elő szén nanocsöveket használva templátként.
- ii. Kimutattuk, hogy az SBA-15 hexagonális szerkezete minden hozzáadott átmenetifémion esetén módosult a hosszútávú hexagonális elrendeződés károsodása nélkül. Azt találtuk, hogy a kész mezopórusos anyagok a templát eltávolítása után semmilyen formában nem tartalmaztak fémet, ami az jelenti, hogy a fémionok csak a micelláris szerkezet kialakulására voltak hatással, és a kristályosodási fázisban már nem játszottak szerepet. Bizonyítottuk, hogy a különböző morfológiák megjelenéséért a fémionok polimerre gyakorolt hatása a felelős. Javasoltunk egy mechanizmust, ahol a fémion koronaéter típusú komplexet képez a polimer oxigénatomjain keresztül a PEO- és PPO-csoportokkal, ennek megfelelően az SBA-15 képződésére javasolt N<sup>0</sup>[H<sup>+</sup>X<sup>-</sup>]<sup>+</sup>

- reakcióút véleményünk szerint  $N^0[(M^{n+} \sim H^+)X^-]I^+$ -ra módosul. Bizonyítottuk azt is, hogy az anionoknak is van hatása a micelláris szerkezet kialakulására, azaz a kialakuló komplex geometriája is fontos szerepet játszik az elágazások létrejöttében.
- iii. Optimális szintéziskörülményeket dolgoztunk ki titanát nanocsövek előállítására. Bebizonyítottuk, hogy a nanocsövek fala nem anatóz, hanem torzult trititanát.
  - iv. Elsőként állítottunk elő titanát nanocsöveket koncentrált  $Na_2S$ -oldattal. Megmutattuk, hogy az ioncsere szerkezetmódosító hatása Raman spektroszkópiával követhető. Ez az előállítási módszer adta az alapot a CdS-dal módosított nanocsövek egy- és kétlépéses szintézisének kidolgozásához.
  - v. A hagyományos hidrotermális eljárást továbbfejlesztve kidolgoztunk egy új titanát nanoszerkezet előállításra alkalmas berendezést és eljárást.
  - vi. A titanát nanoszerkezetek kationcserélő tulajdonságát kihasználva sikeresen állítottunk elő magnézium-sztearáttal felületmódosított titanát nanoszerkezeteket.
  - vii. Elsőként vizsgáltuk meg a hidrotermális úton előállított titanát nanoszerkezetek (titanát/poliuretán, titanát nanocső/polisztirol) polimer erősítő hatását. Szakítóvizsgálatok során megállapítottuk, hogy a töltőanyag-tartalom növelésének hatására a Young modulus és a folyáshatárhoz tartozó húzószilárdság megnövekszik, a szakítószilárdság és a szakadási nyúlás pedig csökken. A fenti két kompozitra kidolgoztuk a maximális erősítéshez szükséges bekeverési protokollt.

### 3.3. Katalízis komplex nanoszerkezeteken

- i. Különböző méretű előre gyártott arany nanorészecskék jelenlétében szintetizáltunk MCM-41 és MCM-48 mezopórusos szilikátokat, és kimutattuk, hogy az aranytartalmú minták nem különböztek szignifikánsan az anyamintájuktól, azaz a szintézis során a rendszerbe juttatott nanorészecskék nem változtatták meg a mezopórusos anyagok szerkezetét, és nem is blokkolták a csatornarendszerüket. Bizonyítottuk, hogy még a kisszámú Au nanorészecske micellaszerkezetbe való beépülésével is kitágult a 3D szerkezet, és így egy kevesebb feszültséget tartalmazó, jobban rendezett struktúrát kaptunk, ami energetikailag kedvezőbb, mint egy különböző átmérőjű csatornákat (tehát hibahelyeket) tartalmazó, így szükségképpen heterodiszperz csatornaátmérő-eloszlású szerkezet. Egyforma mennyiségű 10 nm-es Pt, Au és Ag nanorészecskék szerkezetbe juttatásával (a korántsem egyszerű művelet optimális kísérleti körülményeit meghatároztuk) megmutattuk, hogy a csatornák méretének változása nem függ a nanorészecskék anyagi minőségétől.
- ii. Megterveztünk egy speciális, a tiolcsoport S-atomja és az Au közötti erős kémiai kötéson alapuló mérésorozatot, aminek a segítségével meg tudtuk állapítani, hogy milyen méretű részecskék maradnak a pórusokban, és milyenek nem. A mérésorozat végrehajtásával bebizonyítottuk, hogy a 2 és 5 nm-es nanorészecskék az MCM-48 pórusaiban voltak, míg a 20 nm-es nanorészecskék a pórusokon kívül helyezkedtek el.
- iii. A ciklohexén hidrogénezési/dehidrogénezési reakcióinak követésére IR spektroszkópián alapuló komplex módszert dolgoztunk ki: egyrészt a gázfázisban lévő anyagok spektrumainak kiértékelésével, másrészt a szilikát Si-OH rezgéseiben tapasztalt, az egyes anyagok adszorpciójának következtében beálló eltolódások detektálásával követhetők a reakciók.
- iv. A Si-OH csoportok O-H rezgési spektrumát elméleti kémiai módszerrel tanulmányozva arra a következtetésre jutottunk, hogy a különböző szubsztrátumok különböző mértékben perturbálják az O-H rezgést, aminek eredményeként egy az adszorpció erősségére utaló jellemző volt nyerhető. Kimutattuk, hogy az elméleti kémiai módszerekkel meghatározott IR spektrum sáveltolódásai ugyanazt a tendenciát követik, mint a kísérletileg meghatározott értékek.
- v. A tetraéderes és a köbös Pt nanorészecskék katalitikus aktivitását a ciklohexén hidrogénezési-dehidrogénezési reakcióban vizsgáltuk. Különbséget tapasztaltunk a két

különböző szimmetriájú, nanométer méretű kristálylapokat tartalmazó Pt-katalizátorok között. A ciklohexén hidrogénezési reakcióban a modellkatalizátor tetraéderes részecskéket tartalmazva 298 K-en 90 perc alatt alakította át a kiindulási anyagot, míg a köbös nanokristálykákat tartalmazónak mindössze 30 percre volt szükség ugyanekkora konverzió eléréséhez. Magasabb hőmérsékleten (323 K) viszont a köbös Pt nanorészecskéket tartalmazó mezopórusos SBA-15 kisebb aktivitást mutatott az átalakulásban, mint a tetraéderes szimmetriájú Pt nanorészecskéket tartalmazó mezopórusos szilikát. Dehidrogénezési reakcióban 473 K-en a köbös nanorészecskéket tartalmazó katalizátor nagyobb aktivitást mutatott, mint a tetraéderes. Az eredményeink azt mutatják, hogy a fém nanorészecskék teljes körű – méret, alak, eloszlás – kontrolljával az egykristályokhoz hasonló nagy szelektivitású, ugyanakkor a polikristályos katalizátorok hatékonyságát megközelítő nagy aktivitású katalizátorokhoz juthatunk.

- vi. Különféle szénelapú (grafit, aktív szén, többfalú szén nanocsövek) hordozós, Ni nanorészecskéket tartalmazó katalizátorok vizsgálatokor azt tapasztaltuk, hogy a ciklohexén hidrogénezési reakció sebessége jelentős mértékben függ a hordozótól. A függés nem egyszerűen a fém-fémoxid-részecskék eltérő méretéből adódik, hanem a hordozó és a fém-fémoxid-részecskék kölcsönhatásából. Megmutattuk, hogy a legnagyobb és legállandóbb aktivitású tört nanocső hordozó katalizátor esetén a fém-fémoxid-részecskék „beeszik” magukat a tört nanocső falába, amelynek eredményeképpen a nanocső struktúra eltűnik, de egy nagy és tartós aktivitású katalizátor jön létre.



#### 4. Gyakorlati alkalmazásra irányuló vizsgálataink eredményei

Mindenekelőtt el kell mondanom, hogy a bemutatott munka jellemzően alapkutatói eredmények összefoglalása, ennek megfelelően nehéz a közvetlen gyakorlati felhasználási lehetőségeket megjelölni.

A szén nanocsövet tartalmazó, polimeralapú nanokompozitokból készítenek sporteszközöket, golyóálló mellényeket, sőt az ilyen rétegek védenek az elektrosztatikus kisülésektől is. Szén nanocsövek és nanoszálak hozzáadásával növelhető az akkumulátorok kapacitása. Kihasználva a szén nanocsövek rendkívül jó hővezetését felhasználják őket speciális hőcserélőkben, úrruhákban. Kihasználva a szén nanocsövek téremissziós tulajdonságait megépítették egy lapos televízió prototípusát. Sajnos a jelenlegi konkrét alkalmazások száma csak töredéke az elmúlt évtizedben megálmodott lehetőségeknek. Mindezek oka valószínűleg a gyártási nehézségekben rejlik: a mai napig nem létezik olyan technológia, ami alkalmas hasonló morfológiájú szén nanocsövek ipari mértékű gyártására úgy, hogy közben figyelembe veszik az egészségügyi és környezetvédelmi problémákat is. A szén nanocsövek előállítása során igen sok karcinogén és teratogén anyag keletkezik, sőt az elmúlt években azt is kimutatták, hogy maguknak a szén nanocsöveknek is komoly egészségkárosító hatása van. Éppen ezért, munkáinkban hangsúlyt fektettünk arra, hogy zárt rendszerben állítsuk elő a nanocsöveket, és az általunk kifejlesztett kétfémes katalizátorok alkalmasak nagymennyiségű szén nanocső előállítására. A szén nanocsövek módosítására kifejlesztett mechanokémiai reakció ipari léptékben is alkalmazható lehet, ezáltal előreléphetünk a szén nanocsövek ipari alkalmazásának – főleg a polimerek erősítésének – területén.

Az általunk kifejlesztett módosított/funkcionalizált titanát nanoszerkezetek alkalmasak lehetnek polimerek erősítőanyagként való ipari léptékű felhasználására, hiszen előállításuk olcsó és egyszerű, miközben erősítőhatásuk már kismennyiségű bekeverés után is jelentős.

A katalizátorok és katalitikus folyamatok vizsgálata terén az volt a célunk, hogy a tanszékünkön évtizedek óta folyó eredményes kutatásokat folytassuk. Új alapokra helyeztük az eddigi ismereteinket a kifejlesztett modellkatalizátorokkal, és tanulmányoztuk a fém/hordozó kölcsönhatásokat. Eredményeink alapot adhatnak a jelenlegi ipari katalizátorok működésének megértéséhez, illetve új katalizátorok kifejlesztéséhez.

## 5. Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények jegyzéke\*

	Cikk	IF	Hiv.
<i>S1</i>	Synthesis of single-wall carbon nanotubes by catalytic decomposition of hydrocarbons, J.-F. Colomer, G. Bister, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, G. VanTendeloo, J. B.Nagy, Chem. Commun., 1999, 1343-1344.	3,477	95
<i>S2</i>	Large scale synthesis of single-wall carbon nanotubes by catalytic chemical vapor deposition (CCVD) method, J.-F. Colomer, C. Stephan, S. Lefrant, G. Van Tendeloo, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, Ch. Laurent, J. B.Nagy, Chem. Phys. Lett., 2000, 317, 83-89.	2,364	250
<i>S3</i>	Single Wall Carbon Nanotubes, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, 2004, 9, 923-946.	0,000	9
<i>S4</i>	On the Growth Mechanism of Single Walled Carbon Nanotubes by Catalytic Carbon Vapor Deposition on Supported Metal Catalysts, J. B.Nagy, G. Bister, A. Fonseca, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Z.E. Horváth, L.P. Biró, J. Nanosci. Nanotechnol., 2004, 4, 326-345.	2,017	20
<i>S5</i>	Bulk production of quasi-aligned carbon nanotube bundles by the catalytic chemical vapour deposition (CCVD) method, K. Mukhopadhyay, A. Koshio, T. Sugai, N. Tanaka, H. Shinohara, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, Chem. Phys. Lett., 1999, 303, 117-124.	2,269	94
<i>S6</i>	Control of the outer diameter of thin carbon nanotubes synthesized by catalytic decomposition of hydrocarbons, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , J.-F. Colomer, G. Van Tendeloo, N. Nagaraju, A. Fonseca, J. B.Nagy, Chem. Phys. Lett, 2000, 317, 71-76.	2,364	79
<i>S7</i>	Catalytic Synthesis of Carbon Nanotubes Over Co, Fe and Ni Containing Conventional and Sol-gel Silica-Aluminas, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , N. Nagaraju, I. Willems, A. Tamási, A. Fonseca, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Phys. Chem. Chem. Phys., 2000, 2, 3071-3076.	1,653	43
<i>S8</i>	Production of differently shaped multi-wall carbon nanotubes using various cobalt supported catalysts, P. Piedigrosso, <b>Z. Kónya</b> , J.-F. Colomer, A. Fonseca, G. Van Tendeloo, J. B.Nagy, Phys. Chem. Chem. Phys., 2000, 2, 163-170.	1,653	34
<i>S9</i>	Catalytic production, purification, characterization and application of single- and multiwall carbon nanotubes, <b>Z. Kónya</b> , NATO Sci. Ser., Ser. E, 2001, 372, 85-109.	0,000	9
<i>S10</i>	Heterogeneous catalytic production and mechanical resistance of nanotubes prepared on MgO-supported Co-based catalysts, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, J. B.Nagy, Appl. Catal. A-Gen., 2002, 229, 229-233.	1,915	14
<i>S11</i>	“Wash and go”: sodium chloride as an easily removable catalyst support for the synthesis of carbon nanotubes, A. Szabó, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, J. B.Nagy, PhysChemComm, 2003, 6, 40-41.	2,113	8
<i>S12</i>	Controlling the pore diameter distribution of multi-wall carbon nanotube buckypapers, A. Kukovecz, R. Smajda, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Carbon, 2007, 45, 1696-1698.	4,260	4
<i>S13</i>	Structure and gas permeability of multi-wall carbon nanotube buckypapers, R. Smajda, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Carbon, 2007, 45, 1176-1184.	4,260	12
<i>S14</i>	Pyroelectric temperature sensitization of multi-wall carbon nanotube papers, A. Kukovecz, R. Smajda, M. Oze, H. Haspel, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Carbon, 2008, 46, 1262-1265.	4,373	0
<i>S15</i>	XPS Characterisation of Catalysts during Production of Multiwalled Carbon Nanotubes, <b>Z. Kónya</b> , J. Kiss, A. Oszkó, A. Siska, I. Kiricsi, Phys. Chem. Chem. Phys., 2001, 3, 155-158.	1,787	21

<b>S16</b>	Alumina and silica supported metal catalysts for the production of carbon nanotubes, N. Nagaraju, A. Fonseca, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, J. Mol. Catal. A: Chem., 2002, 181, 57-62.	1,729	47
<b>S17</b>	XPS study of multiwall carbon nanotube synthesis on Ni-, V- and Ni,V ZSM-5 catalysts, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselényi, J. Kiss, A. Farkas, A. Oszkó, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 2004, 260, 55-61.	2,378	11
<b>S18</b>	Comparison of Fe/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> and Fe, Co/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> catalysts used for production of carbon nanotubes from acetylene by CCVD, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselenyi, K. Lazar, J. Kiss, I. Kiricsi, IEEE T. Nanotechnol., 2004, 3, 73-79.	3,176	9
<b>S19</b>	Production of carbon nanotubes inside the pores of mesoporous silicates, M. Urbán, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2002, 359, 95-100.	2,526	23
<b>S20</b>	Mesoporous silicates as nanoreactors for synthesis of carbon nanotubes, M. Urbán, <b>Z. Kónya</b> , D. Méhn, J. Zhu, I. Kiricsi, PhysChemComm, 2002, 5, 138-141.	1,643	3
<b>S21</b>	Mesoporous Silicates as Nanoreactors for Carbon Nanotube Production in the Absence of Transition Metal Catalysts, M. Urbán, <b>Z. Kónya</b> , D. Méhn, J. Zhu, I. Kiricsi, J. Nanosci. Nanotechnol., 2003, 3, 111-119.	1,987	7
<b>S22</b>	Production of multiwall carbon nanotubes in the modified pore system of mesoporous silicates, M. Urbán, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , J. Zhu, I. Kiricsi, Diam. Relat. Mater., 2004, 13, 1322-1326.	1,670	4
<b>S23</b>	IR and NMR spectroscopic characterization of graphitization process occurring in the pores of mesoporous silicates in formation of carbon nanotubes, M. Urbán, <b>Z. Kónya</b> , D. Méhn, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2005, 744-747, 93-99.	1,440	1
<b>S24</b>	Synthesis of Multiwall Carbon Nanotubes in the Pore System and/or on the Outer Surface of Mesoporous MCM-41 Structures of Various Morphology, M. Urban, <b>Z. Kónya</b> , NanoPages, 2006, 1, 97-117.	0,000	0
<b>S25</b>	Morphological characterization of mesoporous silicate-carbon nanocomposites, Á. Kukovecz, T. Kanyó, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Micropor. Mesopor. Mater., 2005, 80, 85-94.	3,355	2
<b>S26</b>	Thermal behavior of multiwall carbon nanotube/zeolite nanocomposites, <b>Z. Kónya</b> , T. Kanyó, A. Hancz, I. Kiricsi, J. Thermal. Anal. Calorimetry, 2005, 79, 567-572	1,425	5
<b>S27</b>	Production of short carbon nanotubes with open tips by ball milling, N. Pierard, A. Fonseca, <b>Z. Kónya</b> , I. Willems, G. Van Tendeloo, J. B.Nagy, Chem. Phys. Lett., 2001, 335, 1-8.	2,364	83
<b>S28</b>	Mechanical and chemical breaking of multiwalled carbon nanotubes, K. Niesz, A. Siska, I. Vesselényi, K. Hernadi, D. Méhn, G. Galbács, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Catal. Today, 2002, 76, 3-10.	2,146	23
<b>S29</b>	Large scale production of short functionalized carbon nanotubes, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselenyi, K. Niesz, A. Demortier, A. Fonseca, J. Delhalle, Z. Mekhalif, J. B.Nagy, A.A. Koós, Z. Osváth, A. Kocsonya, L.P. Biró, I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2002, 360, 429-435.	2,526	70
<b>S30</b>	Method for the production of functionalised short carbon nanotubes and functionalised short nanotubes obtainable by said method, N. Pierard, A. Fonseca, <b>Z. Kónya</b> , N. Nagaraju, I. Willems, S. Tollis, G. Bister, D. Popa, J. B.Nagy, EP1186572, WO2002020402, JP2002525034, 2003	0,000	0
<b>S31</b>	End morphology of ball milled carbon nanotubes, <b>Z. Kónya</b> , J. Zhu, K. Niesz, D. Mehn, I. Kiricsi, Carbon, 2004, 42, 10, 2001-2008.	3,331	21

<b>S32</b>	Long-time low-impact ball milling of multi-wall carbon nanotubes, Á. Kukovecz, T. Kanyó, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Carbon, 2005, 43, 994-1000.	3,419	33
<b>S33</b>	Mechanochemistry of carbon nanotubes, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , In: Chemistry of carbon nanotubes (Eds: Basiuk VA, Basiuk EV) Stevenson Ranch: American Scientific Publishers, 2008, 237-254.	0,000	0
<b>S34</b>	Interconnecting Carbon Nanotubes with an Inorganic Metal Complex, F. Frehill, J.G. Vos, S. Benrezzak, A.A. Koós, <b>Z. Kónya</b> , M.G. Rüther, W.J. Blau, A. Fonseca, J. B.Nagy, L.P. Biró, A.I. Minett, M. in het Panhuis, J. Am. Chem. Soc., 2002, 124, 46, 13694-13695.	6,201	63
<b>S35</b>	STM investigation of carbon nanotubes connected by functional groups, A.A. Koós, Z.E. Horváth, Z. Osváth, L. Tapasztó, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, N. Grobert, M. Rühle, L.P. Biró, Mat. Sci. Eng. C, 2003, 23, 1007-1011.	1,122	10
<b>S36</b>	Synthesis procedures for production of carbon nanotube junctions, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , K. Niesz, A.A. Koos, L.P. Biro, Proc. SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2003, 5118, 280-287.	0,000	3
<b>S37</b>	Functionalization of carbon nanotubes with oligonucleotide in solutions - Production of nanotube chips, <b>Z. Kónya</b> , K. Niesz, I. Kiricsi, S. Botka, Z. Keresztes, E. Kálmán, J. Mol. Liq., 2006, 129, 33-38.	1,106	0
<b>S38</b>	Observation of site selective binding in a polymer nanotube composite, B. McCarthy, J.N. Coleman, S.A. Curran, A.B. Dalton, A.P. Davey, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, J. B.Nagy, W.J. Blau, J. Mater. Sci. Lett., 2000, 19, 2239-2241.	0,496	25
<b>S39</b>	Continuous production of polycarbonate-carbon nanotube composites, J.A. Covas, C.A. Bernardo, O.S. Carneiro, J.M. Maia, F.W.J. van Hattum, A. Gaspar-Cunha, L.P. Biro, Z.E. Horvath, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , K. Niesz, J. Polym. Eng., 2005, 25, 39-57.	0,312	1
<b>S40</b>	Multiwall carbon nanotube modified vinylester and vinylester – based hybrid resins, O. Gryshchuk, J. Karger-Kocsis, R. Thomann, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Composites A - Appl. Sci., 2006, 37, 1252-1259.	1,875	17
<b>S41</b>	The advantages of ozone treatment in the preparation of tubular silica structures, I. Kiricsi, A. Fudala, <b>Z. Kónya</b> , K. Hernádi, P. Lentz, J. B.Nagy, Appl. Catal. A-Gen., 2000, 203, 1-4.	1,576	6
<b>S42</b>	Synthesis and characterization of hyperbranched mesoporous silica SBA 15, <b>Z. Kónya</b> , J. Zhu, A. Szegedi, I. Kiricsi, P. Alivisatos, G.A. Somorjai, Chem. Commun., 2003, 314-315.	4,031	17
<b>S43</b>	Photosensitization of ion-exchangeable titanate nanotubes by CdS nanoparticles, M. Hodos, E. Horváth, H. Haspel, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2004, 399, 512-515.	2,438	52
<b>S44</b>	Oriented crystal growth model explains the formation of titania nanotubes, A. Kukovecz, M. Hodos, E. Horváth, G. Radnóczy, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Phys. Chem. B, 2005, 109, 17781-17783.	4,033	43
<b>S45</b>	Complex-assisted one-step synthesis of ion-exchangeable titanate nanotubes decorated with CdS nanoparticles, A. Kukovecz, M. Hodos, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2005, 411, 445-449.	2,438	25
<b>S46</b>	Catalysis by pre-prepared platinum nanoparticles supported on trititanate nanotubes, M. Hodos, <b>Z. Kónya</b> , G. Tasi, I. Kiricsi, React. Kinet. Catal. Lett., 2005, 84, 341-350.	0,670	1
<b>S47</b>	Hydrothermal conversion of self-assembled titanate nanotubes into nanowires in a revolving autoclave, E. Horváth, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chem. Mater., 2007, 19, 927-931.	4,883	16

<b>S48</b>	Berendezés titanát nanoszerkezetek előállítására (Apparatus for producing titanate nanostructures), E. Horváth, A. Kukovecz, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , Használati Mintaoltalom, Ügyszám: U0700228	0,000	0
<b>S49</b>	Titanát-polimer nanokompozitok és eljárás előállításukra (Nanocomposites of titanate-polymer and method for production thereof), Z. Csernátóny, M. Zsuga, S. Kéki, Gy. Deák, I. Kiricsi, A. Kukovecz, E. Horváth, <b>Z. Kónya</b> , D. Beke, L. Daróczi, Cs. Cserhádi, Magyar Szabadalom, Ügyszám: P0700484	0,000	0
<b>S50</b>	Chemical functionalisation of titania nanotubes and their utilisation for the fabrication of reinforced polystyrene composites, M.T. Byrne, J.E. McCarthy, M. Bent, R. Blake, Y.K. Gunko, E. Horvath, <b>Z. Kónya</b> , A. Kukovecz, I. Kiricsi, J.N. Coleman, J. Mater. Chem., 2007, 17, 2351-2358.	4,339	13
<b>S51</b>	Nanocrystal templating of silica mesopores with tunable pore sizes, <b>Z. Kónya</b> , V. F. Puentes, I. Kiricsi, J. Zhu, A.P. Alivisatos, G.A. Somorjai, Nano Lett., 2002, 2, 907-910.	5,033	36
<b>S52</b>	Novel two-step synthesis of controlled size and shape platinum nanoparticles encapsulated in mesoporous silica, <b>Z. Kónya</b> , V.F. Puentes, I. Kiricsi, J. Zhu, A.P. Alivisatos, G.A. Somorjai, Catal. Lett., 2002, 81, 137-140.	1,559	34
<b>S53</b>	Encapsulation of Metal (Au, Ag, Pt) Nanoparticles into the Mesoporous SBA-15 Structure, J. Zhu, <b>Z. Kónya</b> , V.F. Puentes, I. Kiricsi, A.P. Alivisatos, G.A. Somorjai, Langmuir, 2003, 19, 4396-4401.	3,098	60
<b>S54</b>	Synthetic insertion of gold nanoparticles into mesoporous silica, <b>Z. Kónya</b> , V.F. Puentes, I. Kiricsi, J. Zhu, J.W. Ager, M.K. Ko, H. Frei, P. Alivisatos, G.A. Somorjai, Chem. Mater., 2003, 15, 1242-1248.	4,374	76
<b>S55</b>	Infrared spectroscopy studies of cyclohexene hydrogenation and dehydrogenation catalyzed by platinum nanoparticles supported on mesoporous silicate (SBA-15). Part 1: The role of particle size of Pt nanocrystals supported on SBA-15 silicate, E. Molnar, Gy. Tasi, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Catal. Lett., 2005, 101, 159-167.	2,088	6
<b>S56</b>	Thermal stability of platinum particles embedded in mesoporous silicates, É. Molnár, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Thermal. Anal. Calorimetry, 2005, 79, 573-577.	1,425	1
<b>S57</b>	Identification of surface intermediers using experimental and theoretical methods, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , A. Kukovecz, Gy. Tasi, G.A. Somorjai, Magy. Kém. Foly., 2007, 113, 49-57.	0,000	0
<b>S58</b>	Pre-prepared platinum nanoparticles supported on SBA-15 – preparation, pretreatment conditions and catalytic properties, <b>Z. Kónya</b> , E. Molnar, G. Tasi, K. Niesz, G.A. Somorjai, I. Kiricsi, Catal. Lett., 2007, 113, 19-28.	1,883	10
<b>S59</b>	Synthesis and characterization of nickel catalysts supported on different carbon materials, A. Sági, R. Rémiás, <b>Z. Kónya</b> , A. Kukovecz, K. Kordas, I. Kiricsi, React. Kinet. Catal. Lett., 2009, 96, 379-389.	0,610	0

## 6. Egyéb közlemények jegyzéke

	Cikk	IF	Hiv.
S60	Conformational mapping of amyloid peptides from the putative neurotoxic 25-35 region, I. Laczko, S. Holly, <b>Z. Kónya</b> , K. Soos, J.L. Varga, M. Hollosi, B. Penke, Biochem. Biophys. Res. Commun., 1994, 205, 120-126.	3,400	14
S61	Infrared spectroscopic study of adsorption and reactions of methyl chloride on acidic, neutral and basic zeolites, <b>Z. Kónya</b> , Hannus, I., Kiricsi, I., Appl. Catal. B-Env., 1996, 8, 391-404.	3,542	27
S62	Indium and gallium containing ZSM-5 zeolites: Acidity and catalytic activity in propane transformation, J. Halász, <b>Z. Kónya</b> , A. Fudala, I. Kiricsi, Catal. Today, 1996, 31, 293-304.	1,791	23
S63	Interconversion of unsaturated C-4 nitriles under basic conditions 1. An IR-UV-VIS spectroscopic study in the presence of butyllithium, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, A. Molnar, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 1996, 146, 323-330.	1,774	4
S64	Suggested binding mechanism of the HIV-gp120 to its CD4 receptor, Z. Szekely, <b>Z. Kónya</b> , A. Becskei, W.P.D. Goldring, A. Perczel, B. Penke, J. Molnar, C.F. Michejda, A. Aszalos, I.G. Csizmadia, Theochem-J. Mol. Struct., 1996, 367, 159-186.	0,921	4
S65	Interconversion of unsaturated C-4 nitriles under basic conditions 2. Catalytic and FTIR study over basic zeolites, A. Beres, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, A. Molnar, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 1996, 146, 331-338.	1,774	3
S66	Influence of pretreatment conditions on acidity of cobalt-based bimetallic systems in NaY zeolite, L. Gucci, <b>Z. Kónya</b> , Z. Koppany, G. Stefler, I. Kiricsi, Catal. Lett., 1997, 44, 7-10.	2,252	9
S67	Zeolites in the environmental protection - Decomposition of chlorofluorocarbons over zeolite catalysts, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 1997, 105, 1509-1516.	0,883	3
S68	Fermi resonance of C-1 chlorine compounds in the adsorbed phase of zeolites. An FTIR and MAS NMR spectroscopic study, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 1997, 410-411, 89-93.	0,884	2
S69	Spectroscopic behavior in the adsorption of CO-Cl <sub>2</sub> mixtures on NaY-FAU zeolite, D. Bodlaki, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, I. Kiricsi, Vibr. Spectrosc., 1997, 15, 37-42.	1,147	1
S70	FT-IR spectroscopic investigation of the transformation of allyl cyanide in the presence of butyl-lithium, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, A. Molnar, I. Kiricsi, Microchim. Acta, 1997, S14, 203-205.	1,087	0
S71	Solid state MAS NMR investigation of Y-type zeolites reacted with chlorofluorocarbons, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, P. Lentz, I. Kiricsi, Appl. Catal. B-Env., 1998, 17, 157-166.	3,133	14
S72	Purification of multi-wall carbon nanotubes produced by catalytic synthesis, J.-F. Colomer, P. Piedigrosso, K. Mukhopadhyay, <b>Z. Kónya</b> , I. Willems, A. Fonseca, J. B.Nagy, The Electrochemical Society Proc., 1998, 98, 830-842.	0,000	0
S73	Reactions of zeolites with volatile halides, VIII. Fermi resonance of C-1 chlorine compounds in the adsorbed phase of zeolites., I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. B.Nagy, Magyar Kémiai Folyóirat, 1998, 104, 148-152.	0,262	0

<b>S74</b>	Spectroscopic investigations of the decomposition of $\text{CCl}_2\text{F}_2$ on three different types of zeolites, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , T. Kollár, Y. Kiyozumi, F. Mizukami, P. Lentz, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 1999, 125, 245-252.	0,655	3
<b>S75</b>	Synthesis, purification and characterisation of multi- and single-wall nanotubes produced by catalytic decomposition of hydrocarbons, J.-F. Colomer, P. Piedigrosso, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, J. B.Nagy, AIP Conf Proc, 1999, 486, 241-244.	0,000	3
<b>S76</b>	Infrared spectroscopic studies on the surface chemistry of bimetallic zeolite systems. Acidity of Pt, Co- and Pt, CuZSM-5 zeolites, A. Tamasi, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , J. Halasz, L. Guzzi, J. Mol. Struct., 1999, 483, 1-5.	0,868	4
<b>S77</b>	Metal mixtures catalysed carbon nanotube synthesis, <b>Z. Kónya</b> , N. Nagaraju, A. Tamasi, K. Mukhopadhyay, A. Fonseca, J. B.Nagy, AIP Conf Proc, 1999, 486, 249-253.	0,000	0
<b>S78</b>	Multinuclear MAS NMR investigation of zeolites reacted with chlorofluorocarbons, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , P. Lentz, J. B.Nagy, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 1999, 483, 359-364.	0,868	1
<b>S79</b>	In situ MAS C-13-NMR studies of surface intermediates formed upon interaction of $\text{CCl}_2\text{F}_2$ (CFC-12) with NaY-FAU and HZSM-5-MFI zeolites, <b>Z. Kónya</b> , Hannus, I., Kiricsi, I., Lentz, P., B.Nagy, J., Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Asp., 1999, 158, 35-42.	0,861	1
<b>S80</b>	Acidity of bimetallic silica composites prepared by a complexing agent assisted sol-gel method, A. Kukovecz, T. Kollar, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 1999, 483, 39-42.	0,868	0
<b>S81</b>	Reactions of zeolites with volatile halides, VI. IR spectroscopic study of adsorption and reactions of methyl chloride on acidic, neutral and basic zeolites, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, I. Kiricsi, Magyar Kémiai Folyóirat, 1999, 104, 1-10.	0,262	0
<b>S82</b>	Recent progress in the production of multi-wall carbon nanotubes using various supported cobalt catalysts, P. Piedigrosso, <b>Z. Kónya</b> , J.-F. Colomer, A. Fonseca, K. Hernadi, G. Van Tendeloo, J. B.Nagy, Recent advances in the chemistry and physics of fullerenes and related materials (Proc. Electrochem. Soc.), 1999, 99, 566-579.	0,000	0
<b>S83</b>	Selective nucleation and growth of carbon nanotubes at the $\text{CoSiO}_2/\text{Si}$ interface, L.P. Biró, G. Molnar, I. Szabo, Z. Vértesy, E. Horvath, <b>Z. Kónya</b> , P. Piedigrosso, A. Fonseca, J. B.Nagy, P.A. Thiry, Appl. Phys. Lett., 2000, 76, 706-708.	3,906	12
<b>S84</b>	Preparation, characterization and application of the mesoporous composite material of catalytic interest, A. Fudala, <b>Z. Kónya</b> , P. Lentz, Y. Kiyozumi, S.I. Niwa, M. Toba, F. Mizukami, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Micropor. Mesopor. Mater., 2000, 35-36, 631-641.	1,794	11
<b>S85</b>	IR spectroscopic investigation of the adsorption of benzoyl chloride in zeolites, I. Hannus, T. Kollár, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Vibr. Spectrosc., 2000, 22, 29-37.	1,245	4
<b>S86</b>	Transformation of chlorinated compounds on different zeolites under oxidative and reductive conditions, I. Hannus, A. Tamási, <b>Z. Kónya</b> , S.-I. Niwa, F. Mizukami, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2000, 130, 1235-1240.	0,513	2
<b>S87</b>	Nanostructured carbon generated by chemical vapor deposition from acetylene on surfaces pretreated by a combination of physical and chemical methods, A. Siska, <b>Z. Kónya</b> , K. Hernádi, I. Kiricsi, K. Kordás, R. Vajtai, J. Mater. Res., 2000, 15, 2087-2090.	1,315	1

<b>S88</b>	Synthesis, characterization and catalytic application of inorganic nanotubes, I. Kiricsi, Á. Kukovecz, Á. Fudala, <b>Z. Kónya</b> , I. Willems, J. B.Nagy, Stud. Surf. Sci. Catal., 2000, 130, 1115-1120.	0,513	1
<b>S89</b>	Control of the outer diameter of thin carbon nanotubes synthesized by catalytic decomposition of hydrocarbons, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , J.-F. Colomer, G. Van Tendeloo, N. Nagaraju, A. Fonseca, J. B.Nagy, AIP Conf. Proc., 2000, 544, 242-245.	0,000	0
<b>S90</b>	On the surface fractal properties of morphologically different sol-gel derived silicates, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Pálinkó, D. Mönter, W. Reschetilowski, I. Kiricsi, Chem. Mater., 2001, 13, 345-349.	3,690	13
<b>S91</b>	The acidity and catalytic activity of supported acidic cesium dodecatungstophosphates studied by MAS NMR, FTIR, and catalytic test reactions, A. Molnar, T. Beregszaszi, A. Fudala, P. Lentz, J. B.Nagy, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Catal., 2001, 202, 379-386.	3,293	11
<b>S92</b>	UV-VIS investigations on Co, Fe and Ni incorporated into sol-gel SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> matrices, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-564, 403-407.	0,907	11
<b>S93</b>	An FT-IR and UV-VIS study on the structure and acidity of sol-gel derived silica foams, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-564, 409-412.	0,907	11
<b>S94</b>	Solid state MAS NMR studies of zeolites and alumina reacted with chlorofluorocarbons (CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , CHClF <sub>2</sub> ), I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , P. Lentz, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2001, 135, 5003-5010.	1,265	3
<b>S95</b>	An FT-IR study on Diels-Alder reactions catalysed by heteropoly acid containing sol-gel silica, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 565-566, 121-124.	0,907	4
<b>S96</b>	Intercalation of various oxide species in-between laponite layers studied by spectroscopic methods, T. Kollár, <b>Z. Kónya</b> , I. Pálinkó, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-564, 417-420.	0,907	3
<b>S97</b>	Structure comparison of nanotubes produced by different processes, P. Nagy, J. Miklosi, P. Poczik, K. Papp, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, G. Palinkas, E. Kalman, Appl. Phys. A, 2001, 72, 185-188.	1,722	2
<b>S98</b>	Infrared spectroscopic study of benzene and chloro-benzene adsorption on Pt, Cu- and Pt, CoZSM-5 bimetallic zeolites, A. Tamási, <b>Z. Kónya</b> , L. Gucci, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-564, 435-438.	0,907	2
<b>S99</b>	Functional groups generated by mechanical and chemical breaking of multiwalled carbon naotubes, K. Niesz, J. B.Nagy, A. Fonseca, I. Willems, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselényi, G. Bister, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2001, 591, 345-348.	0,000	2
<b>S100</b>	Preparation using ozone treatment, Characterization and Application of Isomorphously Substituted Ti-, V- and Zr-MCM-41 Catalysts, D. Méhn, J. Halász, E. Meretei, <b>Z. Kónya</b> , A. Fonseca, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2001, 135, 4748-4755.	1,265	0
<b>S101</b>	Spectroscopy in environmental protection, comparative IR and C-13 NMR study of chlorofluorocarbons, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , P. Lentz, J. B.Nagy, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-565, 167-171.	0,907	1
<b>S102</b>	Transformation of chlorofluorocarbons on zeolites: Dealumination, I. Hannus, B. Imre, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, I. Kiricsi, React. Kinet. Catal. Lett., 2001, 74, 309-316.	0,475	1
<b>S103</b>	Production of carbon nanotubes on different metal supported catalysts, I. Vesselenyi, K. Niesz, A. Siska, <b>Z. Kónya</b> , K. Hernadi, J. B.Nagy, I. Kiricsi, React. Kinet. Catal. Lett., 2001, 74, 329-336.	0,475	1



<b>S104</b>	Large Scale Synthesis of Carbon Nanotubes and Their Composite Materials, J. B.Nagy, A. Fonseca, N. Pierard, I. Willems, G. Bister, C. Pirlot, J. Delhalle, Z. Mekhalif, K. Niesz, Ch. Bossuot, J.-P. Pirard, L.P. Biró, <b>Z. Kónya</b> , J.-F. Colomer, G. Van Tendeloo, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2001, 591, 483-488.	0,000	1
<b>S105</b>	IR spectroscopic studies on the surface chemistry of mordenites modified by ceria, <b>Z. Kónya</b> , Y. Sugi, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 563-564, 413-416.	0,907	0
<b>S106</b>	IR investigation of the transformation of propyne to propadiene on solids, L. Hackler, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2001, 565-566, 115-120.	0,907	0
<b>S107</b>	Transformation of propyne to propadiene over various solid catalysts of different acid-base character, L. Hackler, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, React. Kinet. Catal. Lett., 2001, 74, 363-370.	0,475	0
<b>S108</b>	Preparation and characterization of catalyst applied for synthesis of carbon nanotubes via CCVD method, <b>Z. Kónya</b> , A. Oszkó, A. Siska, J. Kiss, I. Kiricsi, Abstr. Pap. Am. Chem. Soc., 2001, 221, 74-.	0,000	0
<b>S109</b>	Properties of carbon nanotubes produced on MgO-supported co-based catalysts, I. Willems I, <b>Z. Kónya</b> , C. Pirlot, N. Pierard, G. Bister, A. Fonseca, J. B.Nagy, Abstr. Pap. Am. Chem. Soc., 2001, 221, 224-.	0,000	0
<b>S110</b>	Gram scale production of single-wall carbon nanotubes by catalytic decomposition of hydrocarbons, B. Bister, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , Ch. Bossuot, J.-P. Pirard, J.-F. Colomer, G. Van Tendeloo, A. Fonseca, J. B.Nagy, AIP Conf. Proc., 2001, 591, 195-198.	0,000	0
<b>S111</b>	Catalyst Traces and other Impurities in Chemically Purified Carbon Nanotubes Grown by CVD, L.P. Biró, N.Q. Khanh, Z. Vértesy, Z.E. Horváth, Z. Osváth, A. Koós, J. Gyulai, A. Kocsonya, <b>Z. Kónya</b> , X.B. Zhang, G. Van Tendeloo, A. Fonseca, J. B.Nagy, Mat. Sci. Eng. C, 2002, 19, 9-13.	0,734	32
<b>S112</b>	Synthesis, characterisation and catalytic applications of sol-gel derived silica-phosphotungstic acid composites, Á. Kukovecz, Zs. Balogi, <b>Z. Kónya</b> , M. Toba, S-I. Niwa, F. Mizukami, Á. Molnár, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 2002, 228, 83-94.	1,915	30
<b>S113</b>	Flexibility of the MCM-41 structure: pore expansion and wall-thickening in MCM-41 derivatives, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , J. Halász, J. B.Nagy, B. Rác, A. Molnár, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 2002, 232, 67-76.	1,915	4
<b>S114</b>	Modification of Multiwalled carbon nanotubes by different breaking processes, I. Vesselenyi, A. Siska, D. Méhn, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. B.Nagy, J. Phys. IV, 2002, 12, 107-112.	0,291	2
<b>S115</b>	Hydrogen storage in carbon nanotubes produced by CVD, A. Fonseca, N. Pierard, S. Tollis, G. Bister, <b>Z. Kónya</b> , N. Nagaraju, J. B.Nagy, J. Phys. IV, 2002, 12, 129-137.	0,291	2
<b>S116</b>	Mechano-chemical functionalization of carbon nanotubes, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselenyi, A. Fonseca, J. B.Nagy, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2002, 633, 82-85.	0,000	2
<b>S117</b>	Mechanical cut of carbon nanotubes, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselenyi, A. Fonseca, J. B.Nagy, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2002, 633, 100-102.	0,000	1
<b>S118</b>	Mechanisms of controlled growth of metallic nanocrystals, V.F. Puentes, <b>Z. Kónya</b> , C. Erdonmez, J. Zhu, G.A. Somorjai, A.P. Alivisatos, MRS Symp. Proc., 2002, 721, 241-246.	0,000	0
<b>S119</b>	Hydrodechlorination of chlorinated compounds on different zeolites, B. Imre, <b>Z. Kónya</b> , I. Hannus, J. Halasz, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2002, 142, 927-934.	3,468	0

<b>S120</b>	The role of zeotype catalyst support in the synthesis of carbon nanotubes by CCVD, K. Hernadi, <b>Z. Kónya</b> , A. Siska, J. Kiss, A. Oszko, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2002, 142, 541-548.	3,468	0
<b>S121</b>	Comparative study of catalysts containing transition metals in production of carbon nanotubes, I. Vesselenyi, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , J.B.Nagy, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2002, 633, 190-193.	0,000	0
<b>S122</b>	On the role of catalyst, catalyst support and their interaction in synthesis of carbon nanotubes by CCVD, K. Hernádi, <b>Z. Kónya</b> , A. Siska, J. Kiss, A. Oszkó, J. B.Nagy, I. Kiricsi, Mater. Chem. Phys., 2003, 77, 536-541.	1,183	46
<b>S123</b>	Preparation and characterization of carbon nanotube reinforced silicon nitride composites, Cs. Balázs, <b>Z. Kónya</b> , F. Weber, L.P. Biró, P. Arató, Mat. Sci. Eng. C, 2003, 23, 1133-1137.	1,122	32
<b>S124</b>	Sonication assisted gold deposition on multiwall carbon nanotubes, A. Fási, I. Pálinkó, J.W. Seo, <b>Z. Kónya</b> , K. Hernádi, I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2003, 372, 848-852.	2,438	24
<b>S125</b>	Intercalating amino acid guests into montmorillonite host, T. Kollár, I. Pálinkó, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2003, 651-653, 335-340.	1,021	23
<b>S126</b>	Structural consequences of mild oxidative template removal in the synthesis of modified MCM-41 silicates, E. Meretei, J. Halász, D. Méhn, <b>Z. Kónya</b> , T.I. Korányi, J. B.Nagy, I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2003, 651-653, 323-330.	1,021	7
<b>S127</b>	IR spectroscopic reinvestigation of the generation of acid sites in Pt-containing faujasite zeolites, B. Imre, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2003, 651-653, 191-197.	1,021	4
<b>S128</b>	Synthesis Procedures for Production of Carbon Nanotube Junctions, K. Niesz, <b>Z. Kónya</b> , A.A. Koos, L.P. Biro, A. Kukovecz, I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2003, 685, 253-256.	0,000	3
<b>S129</b>	Binary solvent mixture adsorption as a characterisation tool to determine the hydrophilic/hydrophobic properties of multiwall carbon nanotubes, T. Kanyo, <b>Z. Kónya</b> , F. Berger, I. Dekany, I. Kiricsi, Chem. Commun., 2003, 2746-2747.	4,031	2
<b>S130</b>	Comparison of Fe/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> and Fe, Co/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> catalysts used for production of carbon nanotubes from acetylene by CCVD, <b>Z. Kónya</b> , I. Vesselenyi, K. Lazar, J. Kiss, I. Kiricsi, Proc. SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2003, 5118, 296-304.	0,000	0
<b>S131</b>	Geometrical Effects of Wave Functions of Carbon Nanosystems, L. Tapasztó, G.I. Márk, J. Gyulai, P. Lambin, <b>Z. Kónya</b> , L.P. Biró, AIP Conf. Proc., 2003, 685, 439-442.	0,000	0
<b>S132</b>	Spherical mesoporous MCM-41 materials containing transition metals: synthesis and characterization, Á. Szegedi, <b>Z. Kónya</b> , D. Méhn, E. Solymár, G. Pál-Borbély, Z.E. Horváth, L.P. Biró, I. Kiricsi, Appl. Catal. A-Gen., 2004, 272, 257-266.	2,378	14
<b>S133</b>	Quantitative characterization of hydrophilic-hydrophobic properties of MWNTs surfaces, T. Kanyó, <b>Z. Kónya</b> , A. Kukovecz, F. Berger, I. Dekany, I. Kiricsi, Langmuir, 2004, 20, 1656-1661.	3,295	9
<b>S134</b>	Preface, <b>Z. Kónya</b> , Á. Kukovecz, Appl. Catal. A-Gen., 2004, 271, 1-2.	2,378	2
<b>S135</b>	The dynamics of H <sub>2</sub> and N <sub>2</sub> sorption in carbon nanotubes, Zs. Ötvös, Gy. Onyestyák, J. Valyon, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , L.V.C. Rees, Appl. Surf. Sci., 2004, 238, 73-76.	1,497	1
<b>S136</b>	Hydrodechlorination of carbon tetrachloride on Pt-containing zeolites, B. Imre, I. Hannus, <b>Z. Kónya</b> , J. B.Nagy, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2004, 154, 2536-2542.	0,489	1

<b>S137</b>	Determination of traces of elemental impurities in single walled (SWNT) and multi walled (MWNT) pristine and purified carbon nanotubes by instrumental neutron activation analysis, T. Braun, H. Rausch, L.P. Biro, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Radioanal. Nuclear Chem., 2004, 262, 31-34.	0,457	1
<b>S138</b>	Acidic and redox behavior of iron substituted spherical mesoporous MCM-41 silicates, A. Szegedi, G. Pál-Borbély, E. Meretei, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2004, 154, 820-826.	0,489	0
<b>S139</b>	Synthesis and characterization of spherical mesoporous MCM-41 metarials containing transition metals, A. Szegedi, G. Pál-Borbély, E. Meretei, <b>Z. Kónya</b> , Z.E. Horváth, L.P. Biró, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2004, 154, 813-819.	0,489	0
<b>S140</b>	Synthesis of carbon nanotubes with tailor made diameter in the channels of micelle-templated silicas, D. Méhn, D. Brunel, A. Galarneau, C. Perri, A. Fonseca, M. Urbán, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. B. Nagy, Stud. Surf. Sci. Catal., 2004, 154, 911-916.	0,489	0
<b>S141</b>	Processing of carbon nanotube reinforced silicon nitride composites by spark plasma sintering, Cs. Balázs, Z. Shen, <b>Z. Kónya</b> , Zs. Kasztovszky, F. Wéber, Z. Vértessy, L.P. Biró, I. Kiricsi, P. Arató, Composites Sci. Technol., 2005, 65, 727-733.	2,184	14
<b>S142</b>	Highly perfect inner tubes in CVD grown double-wall carbon nanotubes, F. Simon, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , R. Pfeiffer, H. Kuzmany, Chem. Phys. Lett., 2005, 413, 506-511.	2,438	4
<b>S143</b>	Development of preparation processes for CNT/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> composites, Cs. Balazsi, F. Weber, Zs. Kover, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, L.P. Biro, P. Arato, Key Eng. Mater., 2005, 290, 135-141.	0,224	2
<b>S144</b>	Carbon nanotubes - on the eve of success?, K. Niesz, I. Vesselenyi, D. Mehn, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Mater. Sci. Forum, 2005, 473-474, 141-146.	0,399	1
<b>S145</b>	IR spectroscopic investigation of the particle size and morphology of platinum nanoparticles supported on mesoporous silicate, E. Molnar, <b>Z. Kónya</b> , G. Tasi, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2005, 158, 1351-1358.	0,307	0
<b>S146</b>	Vibrational spectroscopic studies on the formation of ion-exchangeable titania nanotubes, M. Hodos, H. Haspel, E. Horvath, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, AIP Conf. Proc., 2005, 768, 345-348.	0,000	0
<b>S147</b>	Examination of carbon nanotube reinforced silicon nitride composites, Cs. Balazsi, <b>Z. Kónya</b> , Zs. Kasztovszky, F. Weber, Z. Vertesy, L.P. Biro, I. Kiricsi, P. Arato, , Proc. Intl Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC 5), 2005, , 107-112.	0,000	0
<b>S148</b>	Application of carbon nanotubes to silicon nitride matrix reinforcements, Cs. Balázs, F. Wéber, Zs. Kövér, Z. Shen, <b>Z. Kónya</b> , Zs. Kasztovszky, Z. Vértessy, L.P. Biró, I. Kiricsi, P. Arató, Curr. Appl. Phys., 2006, 6, 124-130.	1,184	20
<b>S149</b>	CO hydrogenation over cobalt and iron catalysts supported over multiwall carbon nanotubes: Effect of preparation, L. Gucci, G. Stefler, O. Geszti, Zs. Koppány, <b>Z. Kónya</b> , É. Molnár, M. Urbán, I. Kiricsi, J. Catal., 2006, 244, 24-32.	4,533	14
<b>S150</b>	Development of CNT/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> composites with improved mechanical and electrical properties, Cs. Balázs, B. Fenyi, N. Hegman, Z. Kövér, F. Wéber, Z. Vértessy, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, L.P. Biró, P. Arató, Composites B - Eng., 2006, 37, 418-424.	1,850	4
<b>S151</b>	Tubular inorganic nanostructures, I. Kiricsi, Á. Fudala, D. Méhn, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , M. Hodos, E. Horváth, M. Urbán, T. Kanyó, É. Molnár, R. Smajda, Curr. Appl. Phys., 2006, 6, 212-215.	1,184	2

<b>S152</b>	Catalysis on controlled size and shape Pt- and Rh-nanoparticles supported on mesoporous materials, I. Kiricsi, <b>Z. Kónya</b> , Abstr. Pap. Am. Chem. Soc., 2006, 357-357.	0,000	0
<b>S153</b>	Mechanical degradation of carbon nanotubes: ESR investigations, M.D. Chipara, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , J.M. Zaleski, M. Chipara, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 2006, 887, 21-26.	0,000	0
<b>S154</b>	Carbon nanotubes - Towards artificial nose implementation, A.A. Koos, K. Kertész, M. Adam, C. Ducso, Z.E. Horváth, L.P. Biró, I. Bársony, J. Gyulai, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Proc. IEEE Sensors, art. no. 4178887, 2006, , 1385-1399.	0,000	0
<b>S155</b>	Spectroscopic studies on the formation kinetics of SnO <sub>2</sub> nanoparticles synthesized in a planetary ball mill, G. Kozma, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , J. Mol. Struct., 2007, 834-836, 430-434.	1,486	3
<b>S156</b>	Spectroscopic studies on self-supporting multi-wall carbon nanotube based composite films for sensor applications, R. Smajda, Z. Györi, A. Sági, M. Veres, A. Oszkó, J. Kis-Csitári, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Mol. Struct., 2007, 834-836, 471-476.	1,486	3
<b>S157</b>	Morphology and N <sub>2</sub> permeability of multi-wall carbon nanotubes-Teflon membranes, R. Smajda, Á. Kukovecz, B. Hopp, M. Mohl, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, J. Nanosci. Nanotech., 2007, 7, 1604-1610.	1,987	1
<b>S158</b>	Silicon nitride - carbon nanotube composites, Cs. Balazsi, Z. Czigany, F. Weber, <b>Z. Kónya</b> , Z. Vertesy, L.P. Biro, I. Kiricsi, P. Arató, Mat. Sci. Forum, 2007, 554, 123-128.	0,000	0
<b>S159</b>	Carbon nanotubes as ceramic matrix reinforcements, Cs. Balázs, Z. Czigany, F. Wéber, Z. Kover, <b>Z. Kónya</b> , Z. Vértsey, L.P. Biró, I. Kiricsi, P. Arató, Mat. Sci. Forum, 2007, 537-538, 97-104.	0,000	0
<b>S160</b>	Fine tuning the coverage of a titanate nanowire layer on a glass substrate, M. Darányi, Á. Kukovecz, E. Horváth, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chem. Phys. Lett., 2008, 460, 191-195.	2,169	0
<b>S161</b>	Multiwall carbon nanotube films surface-doped with electroceramics for sensor applications, A. Kukovecz, R. Smajda, M. Oze, B. Schaefer, H. Haspel, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Phys. Stat. Sol. (b), 2008, 245, 2331-2334.	1,166	0
<b>S162</b>	Fluctuation enhanced gas sensing on functionalized carbon nanotube thin films, H. Haspel, R. Ionescu, P. Heszler, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , Z. Gingl, J. Mäklin, T. Mustonen, K. Kordás, R. Vajtai, P.M. Ajayan, Phys. Stat. Sol. (b), 2008, 245, 2339-2342.	1,166	0
<b>S163</b>	Inkjet printed resistive and chemical-FET carbon nanotube gas sensors, J. Mäklin, T. Mustonen, N. Halonen, G. Tóth, K. Kordás, J. Vähäkangas, H. Moilanen, Á. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , H. Haspel, Z. Gingl, P. Heszler, R. Vajtai, P.M. Ajayan, Phys. Stat. Sol. (b), 2008, 245, 2335-2338.	1,166	0
<b>S164</b>	Drift effect of fluctuation enhanced gas sensing on carbon nanotube sensors, P. Heszler, Z. Gingl, R. Mingesz, A. Csengeri, H. Haspel, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, R. Ionescu, J. Mäklin, T. Mustonen, G. Tóth, N. Halonen, K. Kordás, J. Vähäkangas, H. Moilanen, Phys. Stat. Sol. (b), 2008, 245, 2343-2346.	1,166	0
<b>S165</b>	Sonochemical synthesis of inorganic nanoparticles, J. Kis-Csitári, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Functionalized nanoscale Materials, Devices and Systems (Book Series: NATO Science for Peace and Security Series B), 2008, 369-372.	0,000	0

<b>S166</b>	Functionalization of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTS), M. Mohl, <b>Z. Kónya</b> , A. Kukovecz, I. Kiricsi, Functionalized nanoscale Materials, Devices and Systems (Book Series: NATO Science for Peace and Security Series B), 2008, 365-368.	0,000	0
<b>S167</b>	Degradation of pure and waste polyolefins and PVC in the presence of modified porous catalysts, J. Halász, <b>Z. Kónya</b> , Z.T. Faragó, K. Siegert, I. Kiricsi, Stud. Surf. Sci. Catal., 2008, 174, 1021-1026.	0,000	0
<b>S168</b>	Preparation of Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> composites with single wall carbon nanotube and exfoliated graphite, O. Koszor, F. Weber, Z. Vertesy, Z.E. Horvath, <b>Z. Kónya</b> , L.P. Biro, I. Kiricsi, P. Arato, Cs. Balazsi, Mat. Sci. Forum, 2008, 589, 409-414.	0,000	0
<b>S169</b>	Improving the performance of functionalized carbon nanotube thin film sensors by fluctuation enhanced sensing, A. Kukovecz, P. Heszler, K. Kordas, S. Roth, <b>Z. Kónya</b> , H. Haspel, R. Ionescu, A. Sapi, J. Maklin, M. Mohl, Z. Gingl, R. Vajtai, I. Kiricsi, P.M. Ajayan, Proc. SPIE, 2008, 7037, 1-10.	0,000	0
<b>S170</b>	Ionically self-assembled polyelectrolyte-based carbon nanotube fibers, S. Razdan, P.K. Patra, S. Kar, L. Ci, R. Vajtai, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, P.M. Ajayan, Chemistry of Materials, 2009, 21, 3062-3071.	5,046	0
<b>S171</b>	Synthesis of Zinc Glycerolate Microstacks from a ZnO Nanorod Sacrificial Template, R. Remias, A. Kukovecz, M. Daranyi, G. Kozma, S. Varga, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, European Journal of Inorganic Chemistry, 2009, 3622-3627.	2,694	0
<b>S172</b>	A novel catalyst type containing noble metal nanoparticles supported on mesoporous carbon: synthesis, characterization and catalytic properties, E. Horvath, R. Puskas, R. Remias, M. Mohl, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Topics in Catalysis, 2009, 52, 1242-1250.	2,212	0
<b>S173</b>	Adsorption of C <sub>6</sub> hydrocarbon rings on mesoporous catalyst supports, R. Rémiás, A. Sapi, R. Puskas, A. Kukovecz, <b>Z. Kónya</b> , I. Kiricsi, Chemical Physics Letters, 2009, 482, 296-301.	2,169	0

## 7. Tudománymetriai adatok (2009 december 10.)

<b>Tudományos közlemények</b>	<b>Összesen (Ph.D megszerzése után)</b>
Összes közleményeinek száma	<b>191</b> (177)
Közlemények nemzetközi folyóiratban	<b>165</b> (152)
ebből első vagy levelező szerzőként	<b>31</b> (26)
egy-szerzős közlemény	<b>1</b> (1)
Közlemények magyar nyelvű folyóiratban	<b>6</b> (4)
ebből első vagy levelező szerzőként	<b>2</b> (1)
egyszerzős közlemény	<b>0</b> (0)
Kongresszusi kiadványban	<b>7</b> (7)
Összefoglaló közlemények	<b>10</b> (10)
nemzetközi folyóiratban megjelent	<b>1</b> (1)
magyar nyelvű folyóiratban megjelent	<b>1</b> (1)
önálló könyv	<b>1</b> (1)
könyvfejezet	<b>5</b> (5)
szerkesztett könyv	<b>1</b> (1)
tankönyv	<b>1</b> (1)
tankönyvi fejezet	<b>0</b> (0)

<b>A pályázó összes közleményeinek minősítése</b>	<b><math>i, H</math></b>
Összes dolgozatának idézettsége, önhivatkozás nélkül ( $i$ )	2080
Szabadalmainak idézettsége, önhivatkozás nélkül ( $i$ )	0
Könyvfejezeteinek idézettsége, önhivatkozás nélkül ( $i$ )	18
Közleményeinek összesített impaktfaktora ( $H$ )	258,14
A pályázóra jutó frakcionált dolgozatszám, $N_f$	<b>38,97</b>
A pályázóra jutó frakcionált hatás, $H_f$	<b>52,20</b>
A pályázóra jutó frakcionált idézettség, $i_f$	<b>366,32</b>
<b>A pályázó rangos közleményeinek minősítése</b>	<b><math>i, H</math></b>
A pályázó által minősítésre kiválasztott dolgozatok száma, $d$	<b>20</b>
A kiválasztott dolgozatok összesített impaktfaktora, $H_d$	<b>60,21</b>
A dolgozatok összes idézettsége, $i_d$	<b>1011</b>
A pályázóra jutó frakcionált dolgozatszám, $N_f$	<b>5,156</b>
A pályázóra jutó frakcionált hatás, $H_f$	<b>13,164</b>
A pályázóra jutó frakcionált idézettség, $i_f$	<b>174,93</b>